

JP-H05-304417

There is provided a crystal oscillator system of a temperature compensation type, which includes a temperature compensation circuit connected to one end of a crystal oscillator. The temperature compensation circuit includes a high temperature range compensation circuit and a low temperature range compensation circuit. The high temperature range compensation circuit includes a resistor R1, a capacitor C1 and a first thermistor element Th1. The low temperature range compensation circuit includes a resistor R2, a capacitor C2 and a second thermistor element Th2.

A third thermistor element Th3 is connected in parallel with a serial circuit portion formed by the first thermistor element Th1 and the resistor R1. Thus, the amount of the temperature compensation in the high temperature range, particularly, in a high temperature region of the high temperature range is alleviated. Particularly, due to the characteristics of the third thermistor element Th3, a resistance component of the high temperature range compensation circuit is determined based on a combined resistance of the resistor R1 and the third thermistor element Th3. Thus, in comparison to the prior art case where the resistor R1 is used alone, the combined resistance can be reduced in a certain temperature range. As a result, the temperature variation can be easily smoothed in the entire high temperature range.

In the high temperature range compensation circuit, it could happen that a series resistance component R_s , which is derived from a resistance component R_{TH1} of the first thermistor element Th1 and a resistance of the resistor R1, is combined with a resistance component R_{TH3} of the third thermistor element Th3 as a parallel resistance component.

According to the invention, as described above, the third thermistor element is connected in parallel with the serial circuit portion formed by the first thermistor element and the resistor of the high temperature range compensation circuit. Thus, the temperature characteristics in the high temperature range can be smoothed.

TEMPERATURE COMPENSATING CRYSTAL OSCILLATOR

Patent Number: JP5304417
Publication date: 1993-11-16
Inventor(s): MARUYAMA HIROSHI
Applicant(s): KYOCERA CORP
Requested Patent: JP5304417
Application Number: JP19920168879 19920626
Priority Number(s):
IPC Classification: H03B5/32
EC Classification:
Equivalents: JP2784118B2

Abstract

PURPOSE:To obtain a stable oscillation frequency in a wide temperature range from a low temperature area to a high temperature area by connecting a third thermister element in parallel with a high temperature area temperature compensation circuit, a first thermister and the series circuit of a resistance.

CONSTITUTION:The temperature compensation crystal oscillator is composed of a crystal resonator X, a temperature compensation circuit 1 composed of high temperature and low temperature area temperature compensation circuit part connected with its end and a Colpitts oscillation circuit 2 connected with the circuit 1. The high temperature area temperature compensation circuit is composed of a first thermister element Th1 and a resistor R1 connected with a capacitor C1 in parallel and a third thermister element Th3 connected with the capacitor C1 in parallel. The low temperature area temperature compensation circuit part is composed by connecting a capacitor C2, a second thermister element Th2 and a resistor R2 in parallel. As the resistance values of elements Th1, Th3 become 100k Ω in the low temperature area, a compensation is performed via the capacitors C1, C2. Since the resistance value of an element Th2 becomes about 0 Ω in the high temperature area, the compensation is performed via the capacitors C1, C2, the elements Th1, Th3 and the resistor R1.

Data supplied from the esp@cenet database - l2

使用後返却願います
資料①

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-304417

(43)公開日 平成5年(1993)11月16日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 3 B 5/32

識別記号

庁内整理番号

A 8321-5 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-168879
(22)出願日 平成4年(1992)6月26日
(31)優先権主張番号 特願平4-43531
(32)優先日 平4(1992)2月28日
(33)優先権主張国 日本 (J P)

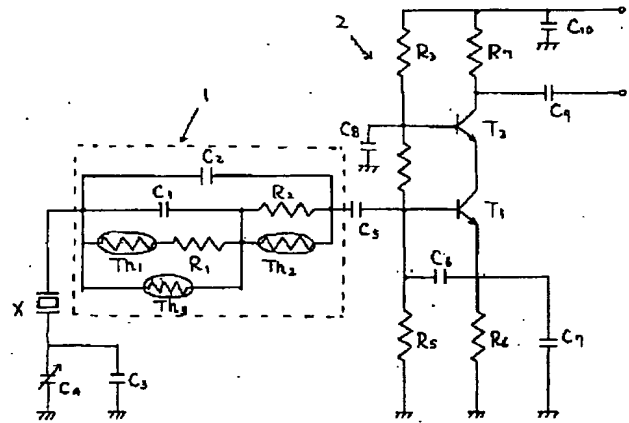
(71)出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22
(72)発明者 丸山 洋
長野県岡谷市長地2800番地 京セラ株式会社
社長野岡谷工場内

(54)【発明の名称】 温度補償型水晶発振器

(57)【要約】

【目的】 低温領域から高温領域まで広い温度範囲で安定した発振周波数が得られる温度補償型水晶発振器を提供する。

【構成】 水晶振動子Xの一端に、抵抗 R_1 、コンデンサ C_1 、第1のサーミスタ素子 Th_1 からなる高温領域温度補償回路及び抵抗 R_2 、コンデンサ C_2 、第2のサーミスタ素子 Th_2 からなる低温領域温度補償回路を接続した温度補償型水晶発振器において、前記高温領域温度補償回路の第1サーミスタ素子 Th_1 に、第3のサーミスタ素子 Th_3 を並列的に接続した。さらに、コンデンサ C_1 として負の温度係数のコンデンサを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶振動子の一端に、抵抗、コンデンサ、第1のサーミスタ素子を有する高温領域温度補償回路部と抵抗、コンデンサ、第2のサーミスタ素子を有する低温領域温度補償回路部とから成る温度補償回路を接続した温度補償型水晶発振器において、前記高温領域温度補償回路部の第1サーミスタ素子 T_{h1} と直列抵抗 R_1 の直列部分に、第3のサーミスタ素子 T_{h3} を並列的に接続したことを特徴とする温度補償型水晶発振器。

【請求項2】 前記高温領域温度補償回路部のコンデンサを、負の温度係数のコンデンサ素子を用いたことを特徴とする請求項1記載の温度補償型水晶発振器。

【請求項3】 前記第3のサーミスタ素子 T_{h3} の抵抗値が、第1のサーミスタ素子 T_{h1} の抵抗値の8～20倍とすることを特徴とする請求項1及び2記載の温度補償型水晶発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は低温領域（例えば -30°C ）から高温領域（例えば $+80^{\circ}\text{C}$ ）の温度領域において、水晶振動子の温度一周波数特性を補正する温度補償型水晶発振器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】温度補償型水晶発振器は、通信機器、特に携帯用電話、車載用電話などの基準発振源などに広く使用されている。このような通信機器においては、温度変化によって水晶振動子の発振周波数の変動によって通話が断線したりすることが致命的な問題となるため、温度補償型水晶発振器は、温度に対して安定した発振周波数、例えば $\Delta f/f$ 値が $\pm 1.5\text{ppm}$ が維持できる発振器として使用されていた。

【0003】従来の温度補償型水晶発振器は、図5に示すように、水晶振動子 X と、該水晶振動子 X の一端に接続する高温領域温度補償回路部と低温領域温度補償回路部とからなる温度補償回路1と、さらに温度補償回路1に接続するトータン・ポール型のコルピッツ発振回路2とから構成されていた。

【0004】水晶振動子 X は、厚みすべり振動モードを有する振動子であり、その一端と温度補償回路1に接続され、また、その他端には、コンデンサ C_3 、 C_4 が接続されている。

【0005】温度補償回路1を構成する高温領域温度補償回路部は、コンデンサ C_1 に並列に接続された第1のサーミスタ素子 T_{h1} 、抵抗 R_1 からなり、低温領域温度補償回路部は、コンデンサ C_2 、第2のサーミスタ素子 T_{h2} 、抵抗 R_2 が夫々並列的に接続されて構成されていた。

【0006】コルピッツ発振回路2は、主に発振用トランジスタ T_1 とバッファ用トランジスタ T_2 とから成っている。

【0007】上述の温度補償型水晶発振器に使用できる水晶振動子 X は、その温度一周波数特性が図6に示すような温度に対して単調増加する特性を有するものに限られており、このような水晶振動子 X の温度補償をする温度補償回路1の回路定数の一例として、コンデンサ C_1 、 C_2 が 33pF 、第1のサーミスタ素子 T_{h1} の抵抗値が $2.3\text{k}\Omega$ 、第2のサーミスタ素子 T_{h2} の抵抗値が 80Ω として、抵抗 R_2 の変化による低温領域の補償量、抵抗 R_1 の変化による高温領域の補償量を測定すると、図7に示すように低温領域においては、抵抗 R_2 を $0.5\text{k}\Omega\sim\infty$ で可変させると、抵抗 R_2 が ∞ で最大の補償量が得られることになる。また、図8に示すように高温領域においては、抵抗 R_1 を $0\Omega\sim 30\Omega$ で可変させると、抵抗 R_1 が 0Ω で最大の補償量が得られることになる。

【0008】実際には、水晶振動子 X の温度一周波数特性に応じて抵抗 R_1 が 25Ω 、抵抗 R_2 が $1\text{k}\Omega$ を最も多用している。

【0009】しかし、上述の水晶発振器の発振出力が、温度に対して周波数の変化 $(\Delta f/f)$ を 1.5ppm 以内に平坦化を行っても、実際には、図9の線Aに示すように、 $+45^{\circ}\text{C}\sim +65^{\circ}\text{C}$ 付近で、 1.5ppm から外れてしまう可能性があり、また、この $+45^{\circ}\text{C}\sim +65^{\circ}\text{C}$ 付近での平坦化を達成するために、抵抗 R_2 を 33Ω とすると、線Bに示すように、逆に $+75^{\circ}\text{C}$ 以上で 1.5ppm から外れてしまう。

【0010】結局、上述の温度補償型水晶発振器において、常温（ 25°C 以上）から高温側の領域での平坦化において、温度補償回路1の高温領域温度補償回路部の回路定数を最適化して、周波数変動を平坦化するには、極めて困難であった。

【0011】本発明は、上述の問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、 25°C 以上の高温側の領域での温度補償による周波数変動を平坦化が容易に達成し得る温度補償型水晶発振器を提供することにある。

【0012】

【問題点を解決するための手段】第1の本発明によれば、水晶振動子の一端に、抵抗、コンデンサ、第1のサーミスタ素子を有する高温領域温度補償回路部と抵抗、コンデンサ、第2のサーミスタ素子を有する低温領域温度補償回路部とから成る温度補償回路を接続した温度補償型水晶発振器において、前記高温領域温度補償回路部の第1サーミスタ素子 T_{h1} と直列抵抗 R_1 の直列部分に、第3のサーミスタ素子 T_{h3} を並列的に接続したことを特徴とする温度補償型水晶発振器である。

【0013】第2の本発明によれば、前記高温領域温度補償回路部のコンデンサを、負の温度係数のコンデンサ素子を用いたことを特徴とする温度補償型水晶発振器である。

【0014】さらに好ましくは、上述の第3のサーミス

タ素子 $T h_3$ の抵抗値が、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ の抵抗値の8~20倍とすることである。

【0015】

【作用】第1の本発明によれば、抵抗 R_1 、コンデンサ C_1 、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ の構成による高温領域温度補償回路部の第1のサーミスタ素子 $T h_1$ と直列抵抗 R_1 の直列部分に、並列的に第3のサーミスタ素子 $T h_3$ を接続することにより、高温領域で、特にその中でも高い温度領域での補償量を緩和することにより、特に、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の特性によって、抵抗 R_1 と第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の抵抗値の合成抵抗によって、高温領域温度補償回路部の抵抗成分が決定され、従来のように抵抗 R_1 を単独に用いる場合に比較して、ある温度領域でその合成抵抗値を低くすることができるので、高温領域全体で簡単に周波数変動を平坦化することができる。

【0016】これは、特に常温(例えば+25℃)~中温(例えば+50℃)付近では、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ を接続した効果を働かせず、中温(例えば+50℃)~高温(例えば80℃)近辺では、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ が抵抗 R_1 の抵抗値を下げるように働くので、高温領域での周波数変動が平坦化できることになる。その一例として、中温付近から抵抗 R_1 の抵抗を実質的に下げるようにするためには、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ の抵抗値よりも8~20倍の抵抗値を有する第3のサーミスタ素子 $T h_3$ を接続することより達成される。

【0017】さらに、第2の発明では、高温領域温度補償回路部のコンデンサに負の温度係数のコンデンサを用いることにより、中温付近の特性を持ち上げることができる。従って、25℃以上の高温側の温度特性をたとえば±1.0ppm以内の平坦にすることができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の温度補償型水晶発振器を図面に基づいて詳説する。図1は本発明の温度補償型水晶発振器の回路図である。尚、従来と同一部分は同一符号で説明する。

【0019】温度補償型水晶発振器は、図1に示すように、水晶振動子 X と、該水晶振動子 X の一端に接続する高温領域温度補償回路部と低温領域温度補償回路部とからなる温度補償回路1と、さらに温度補償回路1に接続するトータン・ポール型のコルピッツ発振回路2とから構成されていた。

【0020】水晶振動子 X は、厚みすべり振動モードを有する振動子であり、その一端が温度補償回路1と接続され、また、その他端には、コンデンサ C_3 、 C_4 が接続されている。

【0021】温度補償回路1を構成する高温領域温度補償回路部は、コンデンサ C_1 に並列に接続された第1のサーミスタ素子 $T h_1$ 、抵抗 R_1 さらに、コンデンサ C

1に並列的に接続された第3のサーミスタ素子 $T h_3$ からなり、低温領域温度補償回路部は、コンデンサ C_2 、第2のサーミスタ素子 $T h_2$ 、抵抗 R_2 が夫々並列的に接続されて構成されている。

【0022】実際には、低温領域、例えば-30℃~+25℃においては、高温領域温度補償回路部の第1のサーミスタ素子 $T h_1$ 及び第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の抵抗値が100kΩとなるために、コンデンサ C_1 、 C_2 とともに作用して、補償動作を行うものである。

【0023】また、高温領域、例えば+25℃~+80℃においては、低温領域温度補償回路部の第2のサーミスタ素子 $T h_2$ の抵抗値が略0Ωとなるために、コンデンサ C_1 、 C_2 、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ 、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ 、抵抗 R_1 が作用して補償動作を行うものである。

【0024】コルピッツ発振回路2は、主に発振用トランジスタ T_1 とバッファ用トランジスタ T_2 とから成っている。

【0025】即ち、高温領域温度補償回路部は、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ と抵抗 R_1 の直列回路に対して、コンデンサ C_1 及び第3のサーミスタ素子 $T h_3$ が夫々並列的に接続されている。

【0026】ここで、重要なことは、高温領域温度補償回路部において、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ の抵抗成分 R_{TH1} と抵抗 R_1 との直列抵抗成分 R_s と、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の抵抗成分 R_{TH3} とが、並列抵抗成分として合成されることである。

【0027】したがって、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ がある温度領域で抵抗成分が著しく大きければ、実質的に直列抵抗成分 R_s のみで温度補償動作することになり、さらに、ある温度領域で第3のサーミスタ素子 $T h_3$ が抵抗成分 R_{TH3} を有する場合、その全体の合成抵抗は、 $R_s + R_{TH3} / R_s \times R_{TH3}$ となり、先の温度領域の補償動作に比較して、補償感度が鈍くなることがある。

【0028】このように、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の特性を最適に設定することにより、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ によって決定される温度特性で、補償量を従来に比較して、周波数変動の少ない安定した発振を可能にすることができる。

【0029】その一例として、例えば、図9の線Bで示した特性が得られるように、第1のサーミスタ素子 $T h_1$ を2.3KΩ、コンデンサ C_1 を33pF、抵抗 R_1 を33Ωに設定し、周波数変動が例えば1.5ppmを越える約+70℃以上で温度補償の動作を鈍くするように、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ を設定すれば、高温領域全体に渡って平坦化された周波数特性が得られることになる。

【0030】本発明者は上述の最適値を求めるために、第3のサーミスタ素子 $T h_3$ の抵抗成分 R_{TH3} を夫々変

化させて、その周波数特性を測定した。その結果が図2である。尚、図2の特性を得るために、低温領域温度補償回路のコンデンサ C_2 を33pF、第2のサーミスタ素子 Th_2 の抵抗値を80 Ω 、抵抗 R_2 を1k Ω とした。

【0031】図2の線Cは第3のサーミスタ素子 Th_3 を接続しない状態、即ち、従来の温度補償回路1の特性である。実線Cでは、+75 $^{\circ}C$ 付近で周波数変動($\Delta f/f$)が1.5ppmを越えてしまう。

【0032】これに対して、線Dは、抵抗成分 R_{TH3} が50k Ω の第3のサーミスタ素子 Th_3 をコンデンサ C_1 に並列的に接続した場合である。線Dは、+80 $^{\circ}C$ 付近で周波数変動が1.5ppmを越えてしまうものの、実際の使用温度範囲を考慮すると実用に適した温度補償型水晶発振器となる。

【0033】さらに、線Eは、抵抗成分 R_{TH3} が40k Ω の第3のサーミスタ素子 Th_3 をコンデンサ C_1 に並列的に接続した場合である。線Eは、高温領域(+25 \sim +85 $^{\circ}C$)の全ての範囲で周波数変動が1.5ppm以内となり、優れた温度補償型水晶発振器となる。

【0034】さらに、線Fは、抵抗成分 R_{TH3} が20k Ω の第3のサーミスタ素子 Th_3 をコンデンサ C_1 に並列的に接続した場合である。線Fは、上述の実線E同様、高温領域(+25 \sim +85 $^{\circ}C$)の全ての範囲で周波数変動が1.5ppm以内となり、優れた温度補償型水晶発振器となる。

【0035】さらに、線Gは、抵抗成分 R_{TH3} が10k Ω の第3のサーミスタ素子 Th_3 をコンデンサ C_1 に並列的に接続した場合である。線Fのように約+50 $^{\circ}C$ 以上から高温補償の動作を作用しすぎ、約+60 $^{\circ}C$ 以上で周波数変動が1.5ppmから外れることになり、高温領域で適性な温度補償が達成できる温度補償型水晶発振器ができない。

【0036】以上のように、第3のサーミスタ素子 Th_3 の抵抗成分を最適化することにより、従来の高温領域の補償動作によって、周波数変化を ± 1.5 ppm以内にでき、結局、低温領域から高温領域までの広い温度範囲で、水晶振動子の温度特性に起因する発振器の発振周波数を、例えば1.5ppm以内という極めて安定した温度補償型水晶発振器を達成することができる。

【0037】尚、前記第3のサーミスタ素子 Th_3 の抵抗成分 R_{TH3} として、20k Ω ~40k Ω の範囲に設定することにより、周波数変動の少ない安定した温度補償型水晶発振器を達成しているが、実際には、第3のサーミスタ素子 Th_3 の抵抗成分 R_{TH3} は、第1のサーミスタ素子 Th_1 の抵抗成分との相関によって決定されるが、その相関は、第1のサーミスタ素子 Th_1 の抵抗成分に対して、その8~20倍の抵抗成分 R_{TH3} となるよう第3のサーミスタ素子 Th_3 を選択することにより、上述の効果を充分を發揮させることができる。

【0038】以上のように、第3のサーミスタ素子 Th_3 を用いることにより、温度特性を、高温領域の範囲において、容易に ± 1.5 ppm以内に平坦化することができる。しかし、第3のサーミスタ素子 Th_3 の付加による特性の変化の起点温度である例えば、+50、+60 $^{\circ}C$ 付近がマイナス側に偏っており、工程の管理の差異によって-1.5ppmの範囲を越えてしまう場合が考えられる。

【0039】このような時には、高温領域温度補償回路部のコンデンサ C_1 に負の温度係数例えばEIA規格のTH、UJのコンデンサ素子を用いることが重要である。

【0040】図3は、抵抗成分 R_{TH3} として40k Ω の第3のサーミスタ素子 Th_3 を用いて、コンデンサ C_1 を種々変化させた周波数温度特性を示す。

【0041】線Eは、図2の線Eと同等であり、コンデンサ C_1 として、CH特性(温度係数が0)、抵抗 R_1 として33 Ω に設定した場合の特性である。

【0042】線Hはコンデンサ C_1 として、UJ特性(温度係数が-750ppm/ $^{\circ}C$)、抵抗 R_1 として33 Ω に設定した場合の特性であり、線Iはコンデンサ C_1 として、UJ特性、抵抗 R_1 として25 Ω に設定した場合の特性であり、線Jはコンデンサ C_1 として、UJ特性、抵抗 R_1 として20 Ω に設定した場合の特性であり、線Kはコンデンサ C_1 として、UJ特性、抵抗 R_1 として15 Ω に設定した場合の特性である。

【0043】上述の図3において、線Eは、中温域(+50 \sim +60 $^{\circ}C$)が約-1.0ppm偏る。線Hでは、コンデンサ C_1 をUJ特性のコンデンサに変更しただけであるが、UJ特性の効果により温度特性が左回転が生じ、中温域が著しく改善される。しかし、このままでは高温域(+80 $^{\circ}C$)が逆にプラス側に偏りすぎてしまう。これを防止するために、線I~Kのように、抵抗 R_1 を小さくして、負の温度係数のコンデンサ C_2 の作用を抑えることにより、高温域(+80 $^{\circ}C$)のプラス側の偏りを抑えることができる。尚、線Kのように、抵抗 R_1 を小さく設計し過ぎると、高温域(+80 $^{\circ}C$)でマイナス側に偏りすぎる。

【0044】このため、負の温度係数のコンデンサ C_1 と第1、第3のサーミスタ素子 TH_1 、 TH_3 、抵抗 R_3 の抵抗成分を調整すれば、周波数温度特性を+25 $^{\circ}C$ 以上の高温域において、例えば ± 1.0 ppm以内に収束させ、殆ど平坦化した特性が得られる。

【0045】尚、コンデンサ C_1 に用いる負の温度係数のコンデンサ素子として、例えば、UJ特性(-750ppm/ $^{\circ}C$)以外に、TH特性(-450ppm/ $^{\circ}C$)、VK特性(-1000ppm/ $^{\circ}C$)、XL特性(-2200ppm/ $^{\circ}C$)などを用いることができる。

【0046】図4は、本発明の他の実施例を示す温度補償回路図である。図4に示す回路において、第3のサー

ミスタ素子 Th_3 が高温領域温度補償回路の第1サーミスタ素子 Th_1 、抵抗 R_1 及び低温領域温度補償回路の第2のサーミスタ素子 Th_2 の直列回路に対して、第3のサーミスタ素子 Th_3 が並列に接続されている。

【0047】上述の回路においては、第3のサーミスタ素子 Th_3 は高温領域になって初めて動作するものであり、この時には、図7に示すように既に低温領域温度補償回路の第2のサーミスタ素子 Th_2 がほとんど数Ωになっているので、低温領域温度補償回路の第2のサーミスタ素子 Th_2 と抵抗 R_2 の並列回路は短絡状態と実質的に同一となるために、動作としては、図1に示す温度補償回路1と実質的に同一となる。

【0048】

【発明の効果】以上のように、第1の本発明によれば、第3のサーミスタ素子を高温領域温度補償回路と第1のサーミスタ素子及び抵抗の直列回路に対して、並列的に接続されているため、高温領域での温度特性を任意に平坦化が可能となる。実際には、第3のサーミスタ素子の抵抗値を第1のサーミスタ素子の抵抗値に対して8~20倍に設定することにより、従来、高温領域の特に高温部分での変動を所定変動範囲内にすることができ、安定した温度一周波数特性の温度補償型水晶発振器となる。

【0049】さらに第2の発明によれば、中温度領域での温度一周波数特性のマイナス側の偏りを防止できる。

【0050】結局、第1の発明及び第2の発明を用いれば、常温~高温領域の全ての範囲において、周波数温度特性が殆ど平坦化された温度補償型水晶発振器が得られる。

【0051】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の温度補償型水晶発振器の回路図である。

【図2】第3のサーミスタ素子の抵抗値による温度一周波数特性の変化を示す特性図である。

【図3】第1のコンデンサの温度係数による温度一周波数特性の変化を示す特性図である。

【図4】本発明の他の実施例の温度補償回路の回路図である。

【図5】従来の温度補償型水晶発振器の回路図である。

【図6】温度補償型水晶発振器に使用される水晶振動子の温度一周波数特性を示す特性図である。

【図7】低温領域温度補償回路部分の抵抗の変化による温度補償量を示す特性図である。

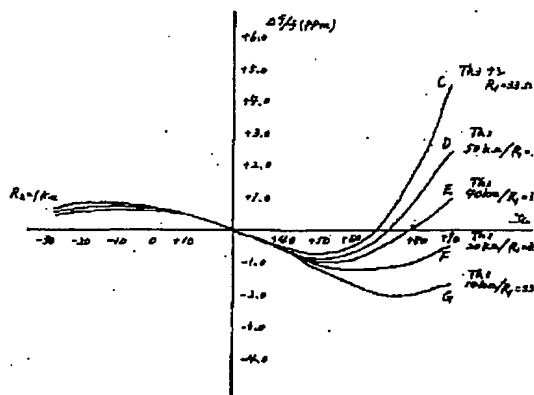
【図8】高温領域温度補償回路部分の抵抗の変化による温度補償量を示す特性図である。

【図9】従来の温度補償型水晶発振器の温度一周波数特性を示す特性図である。

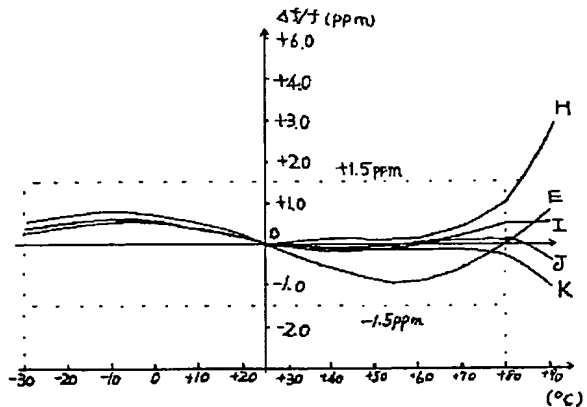
【符号の説明】

- 1 温度補償回路
- 2 コルピッツ発振回路
- X 水晶振動子
- Th_1 高温領域温度補償回路の第1のサーミスタ素子
- R_1 高温領域温度補償回路の抵抗
- C_1 高温領域温度補償回路のコンデンサ
- Th_2 低温領域温度補償回路の第2のサーミスタ素子
- R_2 低温領域温度補償回路の抵抗
- C_2 低温領域温度補償回路のコンデンサ
- Th_3 第3のサーミスタ素子

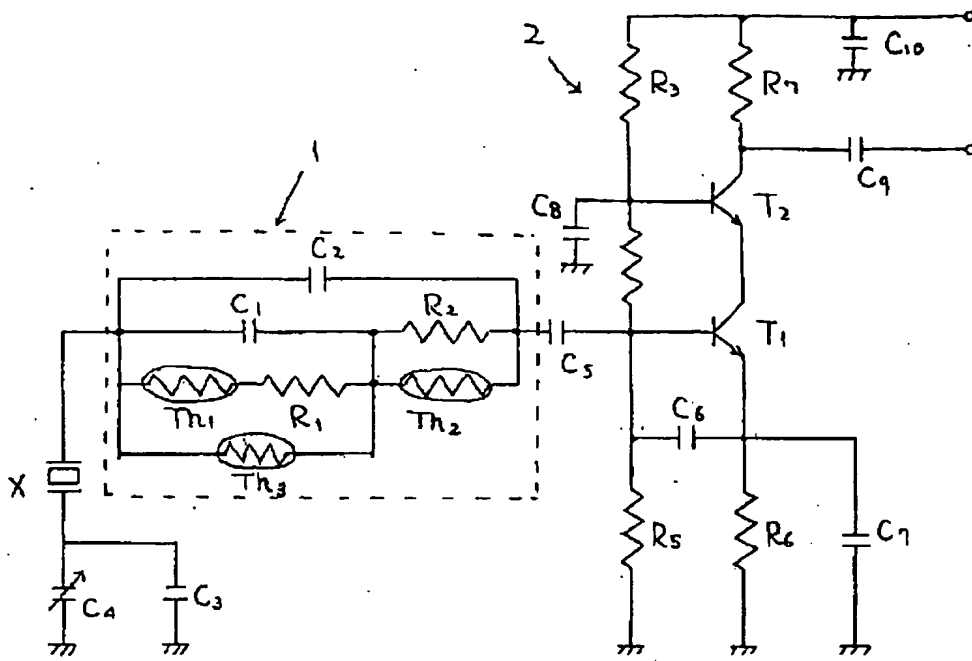
【図2】



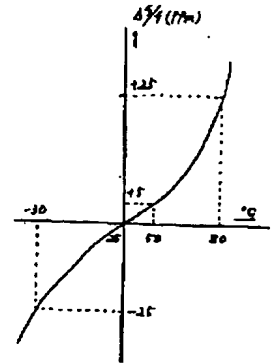
【図3】



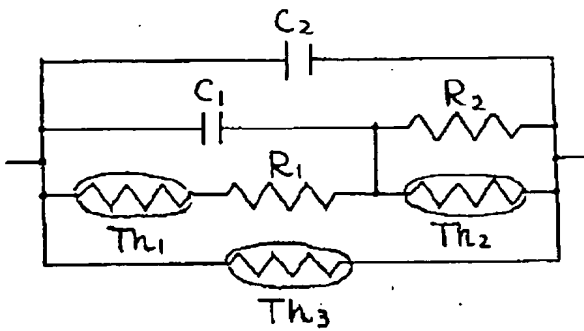
【図1】



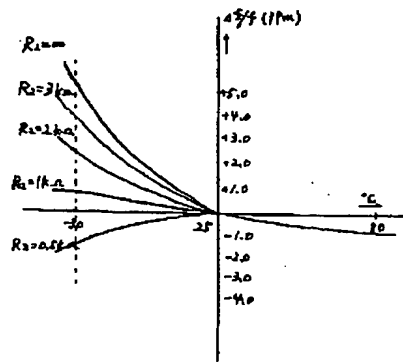
【図6】



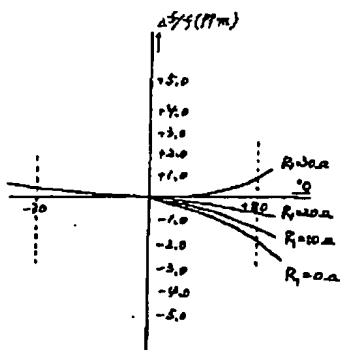
【図4】



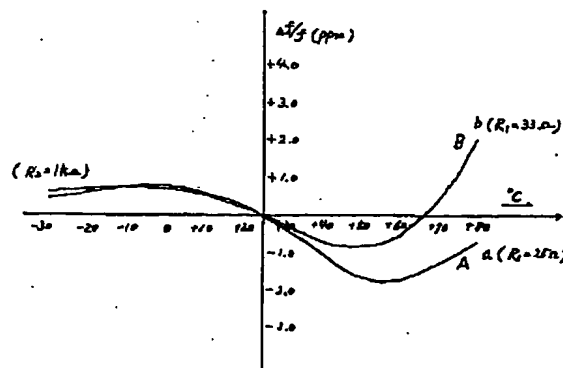
【図7】



【図8】



【図9】



【図5】

